

УДК 663.67–021.465:637.044–022.42:532.135:001.892

doi:10.20998/2413-4295.2018.45.30

## РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ НИЗЬКОЛАКТОЗНОГО МОРОЗИВА НА ОСНОВІ БЕЗЛАКТОЗНОГО КОНЦЕНТРАТУ МАСЛЯНКИ

А. А. ТРУБНИКОВА<sup>1\*</sup>, О. Б. ЧАБАНОВА<sup>1</sup>, Т. Є. ШАРАХМАТОВА<sup>1</sup>, С. М. БОНДАР<sup>2</sup>,  
Є. М. САВЧАК<sup>3</sup>

<sup>1</sup> кафедра технології молочних, олійно-жирових продуктів і косметики, ОНАХТ, м. Одеса, УКРАЇНА

<sup>2</sup> кафедра екології та природоохоронних технологій, ОНАХТ, м. Одеса, Україна

<sup>3</sup> кафедра технології м'яса, риби і морепродуктів, ОНАХТ, м. Одеса, УКРАЇНА

\*e-mail: sc228004@ukr.net

**АНОТАЦІЯ** Проблема видалення лактози з молочних продуктів є актуальною із-за лактозної непереносимості деяких верств населення. На ринку молочної продукції найбільш динамічно розвиваються групи продуктів з вторинної молочної сировини – напої і десерти спеціального призначення. До даної групи належать низьколактозні і безлактозні молочні продукти, які можуть забезпечити повноцінне харчування людям з лактазною недостатністю. До десертів відносять й морозиво – найулюбленіший та популярний усіма верстами населення продукт. На підставі експериментальних і теоретичних досліджень доведена можливість використання, як функціональних основ для низьколактозного морозива – пре- і пробіотичного йогурту із зниженим вмістом лактози (суміш маслянки і сухого безлактозного знежиреного молока; для виробництва йогуртної основи використовували суху бактеріальну закваску «Йогурт» (VIVO), до складу якої входять культури: *Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* + *Lactobacillus acidophilus* + *Bifidobacterium lactis*) та безлактозного діаконцентрату маслянки, отриманого мембранними способами (ультрафільтрація маслянки та діалізація УФ-ретентата маслянки; в якості розчинника використовували НФ-пермеат УФ-пермеата маслянки). Наведена технологія низьколактозного молочного морозива із про-, пребіотичними і антиоксидантними властивостями для людей інтолерантних до лактози. Досліджено в'язкісні характеристики сумішей низьколактозного морозива та визначено температури кристалізації сумішей низьколактозного морозива. Визначено технологічні режими виробництва низьколактозного морозива. Досліджено органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники низьколактозного морозива та встановлено їх відповідність діючим нормативно-технічним документам. Вміст лактози в зразках низьколактозного морозива значно менший і складає 0,98 % і 1,24 % в порівнянні з класичним морозивом, яке містить 5,67 % лактози. Висока кількість в низьколактозному морозиві лакто- ( $2,5 \pm 0,9$ ) · 10<sup>8</sup> і біфідобактерій ( $3,0 \pm 0,2$ ) · 10<sup>9</sup> свідчить про високу пробіотичну дію. Антиоксидантна активність зразків низьколактозного морозива складає 330...345 у.о., що в 3,0...3,1 рази вище у порівнянні з класичним молочним морозивом.

**Ключові слова:** низьколактозне морозиво; ефективна в'язкість; криоскопічна температура; якісні показники; технологія; структурно-механічні показники морозива.

## DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF LOW-LACTOSE ICE CREAM ON THE BASIS OF NON-LACTONE CONCENTRATE OF OILS

А. А. TRUBNIKOVA<sup>1</sup>, О. Б. CHABANOVA<sup>1</sup>, Т. ШАРАХМАТОВА<sup>1</sup>, С. М. BONDAR<sup>2</sup>, Е. САВЧАК<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of technology of milk, oil and fat products and cosmetics, Odessa national Academy of food technologies, Odessa, UKRAINE

<sup>2</sup>Department of ecology and environmental technologies, Odessa national Academy of food technologies, Odessa, UKRAINE

<sup>3</sup>Department of technology of meat, fish and seafood, Odessa national Academy of food technologies, Odessa, UKRAINE

**ABSTRACT** The problem of removing lactose from dairy products is relevant due to the lactose intolerance of some segments of the population. In the dairy market, the most dynamically developing groups of products from secondary dairy raw materials – beverages and desserts of special purpose. This group includes low-lactose and free-lactose dairy products that can provide complete nutrition to people with lactase deficiency. Ice cream is also included in desserts - the most beloved and popular product of all walks of life. On the basis of experimental and theoretical studies the possibility of using as a functional basis for low-lactose ice-cream - pre- and probiotic yogurt with reduced content lactose (a mixture of buttermilk and dry free-lactose skimmed milk; for the production of yogurt basis, dry bacterial leaven "Yogurt" (VIVO) was used, which includes cultures: *Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* + *Lactobacillus acidophilus* + *bifidobacterium lactis*) and a diaconcentrate of a buttermilk obtained by membrane methods (ultrafiltration of buttermilk and diafiltration of UF-retentate of buttermilk; as a solvent, an NF-permeate of UF-permeate buttermilk was used). The technology of low-lactose milk ice cream with pro-, prebiotic and antioxidant properties for people intolerant to lactose is presented. The viscosity characteristics of mixtures of low-lactose ice-cream are investigated and temperatures of crystallization of mixtures of low-lactose ice-cream are determined. The technological modes of production of a low-lactose milk ice cream are determined. The organoleptic, physico-chemical, microbiological parameters of low-lactose ice-cream have been investigated and their compliance with the current normative and technical documents has been established.

The content of lactose in samples of low-lactose ice cream is much lower and is 0.98% and 1.24% compared to the classic ice cream containing 5.67% lactose. The high content of lactobacillus in ice cream ( $2,5 \pm 0,9$ ) · 10<sup>8</sup> and bifidobacteria ( $3,0 \pm 0,2$ ) · 10<sup>9</sup>

*indicates a high probiotic effect. The antioxidant activity of samples of low-lactose ice cream is 330 ... 345 conditional units, which is 3.0 ... 3.1 times higher than the classic ice cream milk.*

**Keywords:** low-lactose ice cream; effective viscosity; cryoscopy temperature; qualitative indices; technology; structural and mechanical parameters of ice cream.

## Вступ

Морозиво є одним з найулюбленіших та популярних продуктів населення не тільки нашої країни, але й усього світу. Це пояснюється не тільки його приємними смаковими властивостями, але й високою харчовою та біологічною цінністю. Виробництво морозива, як в Україні, так і за її межами є доволі процвітаючою галуззю та має перспективи для розширення асортименту, удосконалення існуючих рецептур.

Водночас, у світі та в Україні далеко не всі люди мають можливість споживати морозиво на молочній основі із-за певних хвороб. Однією з таких хвороб є непереносимість лактози. Непереносимість лактози це нездатність організму легко перетравлювати лактозу, яка представляє собою натуральний цукор, що міститься в молоці і молочній продукції, через відсутність або недостатнє вироблення лактази – ферменту, потрібного для перетравлення лактози. Непереносимість лактози виявляється такими симптомами, як рідкий стул, здуття живота, біль в шлунку, метеоризм [1–7].

На лактазну недостатність страждають приблизно 70-75% людей у світі, в Україні 15-35% дорослого населення [3,4].

Люди, інтолерантні до лактози, вимушені обмежувати або повністю виключати з раціону харчування традиційні молочні продукти, або приймати препарати лактази постійно. Обмеження споживання молочних продуктів призводить до нераціонального харчування, а це, в свою чергу, до зростання рівня захворювання населення, зниження працездатності та скорочення тривалості життя. В умовах українських реалій, враховуючи соціальні та економічні фактори, молочні продукти є найдоступнішим джерелом білків, кальцію, калію, вітамінів та поживних речовин. Тому молочні продукти повинні залишатись у раціоні людей з лактазним дефіцитом [3,7].

У країнах ЄС вміст лактози в низьколактозних продуктах не повинен перевищувати 1 г на 100 г готового продукту (в Україні нормативи не прийняті).

Наявність значних ресурсів молочної сировини, що переробляється, вимагає приділяти підвищену увагу проблемам розробки технологій безлактозних та низьколактозних молочних продуктів із вторинної сировини з метою інтенсифікації процесів і зниження енергетичних і сировинних втрат.

Маслянка – вторинний молочний продукт високої біологічної цінності [8,9]. Застосування в харчуванні маслянки забезпечить більш повне використання складових частин молока, дозволить розробити ресурсозберігаючі технології та використовувати нетрадиційну сировину.

Таким чином, для забезпечення групи населення, інтолерантної до лактози, повноцінним харчуванням необхідні безлактозні та низьколактозні молочні продукти, в тому числі морозиво.

Технології, що дозволяють виробляти безлактозні та низьколактозні продукти дають можливість багатьом людям повернутися до нормального здорового раціону.

Тому метою роботи є розробка технології низьколактозного морозива на основі безлактозного концентрату маслянки.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- отримати низьколактозне морозиво згідно розробленим рецептурам;
- дослідити в'язкісні характеристики сумішей низьколактозного морозива;
- визначити температури кристалізації сумішей низьколактозного морозива;
- обґрунтувати параметри технологічного процесу виробництва низьколактозного морозива;
- навести технологічну схему виробництва низьколактозного морозива;
- дослідити структурно-механічні показники готового морозива;
- дослідити показники якості розробленого низьколактозного морозива.

Для видалення лактози із молочної сировини зазвичай застосовують ферментативні та мембранні способи або їх комбінування.

На даний час, як за кордоном, так і в нашій країні, активно розвивається виробництво безлактозних і низьколактозних молочних продуктів. Усі технології виробництва даних молочних продуктів засновані на ферментативних способах видалення лактози. Цей спосіб практикується промисловістю вже більше 20 років.

Відомий спосіб виробництва безлактозного морозива [10], що передбачає приготування суміші, яка включає рідкі і сухі молочні компоненти, стабілізатор, ароматичні добавки, цукор та воду. Проводять фільтрацію одержаної суміші, пастеризацію, гомогенізацію, охолодження до температури ферментації, ферментацію ферментним препаратом  $\beta$ -галактозидази «Ha-Lactase», охолодження, дозрівання, фризрування, фасування. Після витримання гідролізованої ферментом суміші проводять другий етап ферментації шляхом внесення закваски *Lactobacillus acidophilus* NCFM.

Відомий спосіб виробництва м'якого морозива, що включає змішування компонентів: молока знежиреного, сироватки сухої демінералізованої, цукру, стабілізаторів, ферменту  $\beta$ -галактозидази, фарбників, ароматизаторів і води. Потім проводять гідроліз лактози до 50 %, після чого вносять жир. Далі

суміш пастеризують, гомогенізують, фризують і загартовують [11].

В роботі [12] розроблена технологія низьколактозного загартованого морозива з використанням ферментативного гідролізу лактози. Експериментально підтверджена можливість використання ферментативного гідролізу лактози в сумішах морозива різної жирності. Визначені оптимальні технологічні параметри процесу ферментативного гідролізу в сумішах для морозива: температура  $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ; доза препарату  $0,40 \pm 0,2$  см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup>, тривалість ферментації  $4,0 \pm 0,2$  год., при цьому ступінь гідролізу лактози складає 70 - 80 %.

Автори роботи [13] навели технологію одержання нового функціонального продукту – низьколактозного морозива, збагаченого журавлиновим пюре. Розроблена технологічна схема виробництва нового виду морозива. Вивчено вплив ферментативної обробки суміші на мікробіологічну безпеку готового продукту. Розглянуто вплив ферментного препарату  $\beta$ -галактозидази та журавлинового пюре на фізико-хімічні, органолептичні та реологічні властивості готового продукту. Виявлено вміст аскорбінової кислоти в кінцевому продукті.

У дослідженнях [10–19] встановлено режими проведення ферментативного гідролізу лактозовмісної молочної сировини при виробництві низьколактозних і безлактозних продуктів. Доведено доцільність проведення ферментативного гідролізу при виробництві морозива, розраховано рецептури і розроблені технології виробництва морозива зі зниженим вмістом лактози. Використання препаратів  $\beta$ -галактозидази у виробництві морозива дозволяє не тільки знизити вміст лактози в кінцевих продуктах, а і призводить до зниження концентрації моноукрів у морозиві, що веде до підвищення осмотичного тиску в продуктах, а звідси, до зниження їх точки замерзання. Це в свою чергу оказує позитивний вплив на реологічні характеристики морозива: збільшується відчуття жирності, «вершковості» продукту, поліпшується його консистенція.

Спосіб видалення лактози із молочної сировини ферментативним шляхом має низку суттєвих недоліків: застосування ферментативного гідролізу потребує певного часу, спеціального обладнання, контролюючих заходів (постійний хімічний аналіз молока та контроль технологічних параметрів, а саме температура, час, а також додаткових операцій, пов'язаних з інактивацією ферменту лактази). Застосування ферментів призводить до накопичення продуктів гідролізу і утворення стороннього смаку.

Виробництво морозива з молочнокислими бактеріями є одним із шляхів зниження вмісту лактози [11, 16, 20–22]. Але такі види морозива, що засновані тільки на молочнокислому бродінні, не дозволяють отримати безлактозні та низьколактозні

продукти. Таким способом можна отримати продукти із зниженим вмістом лактози.

На сьогодні серед гурманів і любителів якісних і незвичайних десертів все більшої популярності набирає йогуртове морозиво («Фрозен йогурт»).

Існує три способи отримання йогуртового морозива [21]. За першим способом йогуртове морозиво отримують змішуванням 30 % йогурта з 70 % традиційного морозива; за другим способом – вихідна суміш компонентів заквашується йогуртовими культурами перед фризуюванням; третій спосіб передбачає внесення йогуртових культур в готове морозиво. Морозиво, що отримане за третім способом, не можна називати йогуртовим.

Виробництво морозива з підвищеним вмістом білку та відповідно зниженим вмістом лактози наведено в роботі [23]. Вміст білка в сумішах варіювався від 3,74% (у контролі) до 7,08%. Рівень молочного білка впливав на розмір кристалів льоду. Зі збільшенням вмістом білку, розмір кристалів льоду зменшувався. Доведено, що можна виробляти морозиво з підвищеним вмістом білку.

Однією із важливих характеристик, що визначає споживчу прийнятність є консистенція харчових продуктів. Особливо це стосується морозива – складної полідисперсної харчової системи, якій властивий коагуляційно-кристалізаційний тип структури [26].

Консистенцію морозива можна охарактеризувати за допомогою ефективної в'язкості, яка залежить від хімічного складу дисперсних систем, температури і напруження зсуву, що руйнує структурну сітку та агрегати часточок з орієнтацією останніх вздовж вектора швидкості. Ф.Н. Шведовим доведено, що структура існує там, де в'язкість змінюється зі зміною швидкості зсуву.

Кріоскопічна температура зумовлює закономірності кристалізації водної фази у морозиві. Цей показник є одним із значущих при охолодженні і закалюванні продукту і дозволяє встановлювати режими і параметри його технологічного процесу.

Цукор, що є обов'язковим компонентом у всіх видах морозива, надає продукту солодкий смак, а також знижує температуру замерзання морозива, тим самим перешкоджає утворенню великих кристалів льоду при фризуюванні й забезпечує ніжну й однорідну консистенцію готового продукту. Точка замерзання залежить від молярної концентрації розчину, тобто від речовин, що перебувають у молекулярному розчині. Отже, точка замерзання сумішей для морозива залежить від кількості сахарози, лактози, мінеральних солей. Інші речовини впливають на точку замерзання частково, замінюючи воду, внаслідок чого збільшується концентрація водного розчину цукру й солей.

Фризуювання – основний процес виробництва морозива, при здійсненні якого відбувається часткове заморожування і насичення сумішей повітрям, що у продукті розподіляються у вигляді дрібних пухирців.

У процесі фризирования суміші утворюється структура морозива, що остаточно формується при наступній холодильній обробці продукту.

Структурно-механічні властивості готового морозива визначаються, головним чином, розмірами кристалів льоду. Чим ці кристали дрібніші і чим вони рівномірно розподілені в загальній масі морозива, тим якість його вважається кращою. Структура морозива також залежить від кількості повітря, що вводиться, і його дисперсності [26].

Величина кристалів льоду залежить від швидкості заморожування. Чим швидше протікає процес заморожування суміші, тим більше утворюється центрів кристалізації у вигляді дрібних кристаликів льоду, відносно збільшення яких при загартовуванні буде незначним і, навпаки, в разі повільного заморожування центрів кристалізації утворюється мало, і під час загартовування уся вода буде викристалізовуватися за рахунок збільшення невеликого числа наявних кристалів. На швидкість заморожування, у свою чергу, впливають температура замерзання суміші (кріоскопічна температура), в'язкість суміші та ряд інших ознак [26].

Структура морозива та його опір таненню є важливими показниками, які залежать від вмісту насичених жирів у традиційному морозиві. Зниження рівня насичених жирів зменшує твердість продукту і погіршує здатність жиру формувати кристалеву сітку, яка обумовлює хорошу текстуру морозива.

У низці наукових робіт [22, 30] автори вказують, що при заміні жиру на інулін профіль плавлення готового морозива близький до профілю продукту нормальної жирності, однак швидкість танення продукту гальмується за рахунок впливу інуліну на точку плавлення суміші.

На ринку деяких країн (Фінляндії, Швеції та з лютого 2018 р. Росії) присутнє безлактозне морозиво Фінського концерну Valio. Морозиво виробляється на основі безлактозного молока, що отримано в Фінляндії. В основі технології безлактозного молока стоять винаходи, захищені патентами, фірми Valio. Технологія цієї фірми дозволяє випускати молоко із вмістом лактози на рівні 0,01%. Таким чином подібне безлактозне молоко можуть вживати особи з найвищою чутливістю до лактози. Технологія мембранної фільтрації фірми Valio має за основу ультрафільтраційний процес обробки молока. У цьому випадку з молока видаляється частина лактози за рахунок властивостей мембрани затримувати високомолекулярні компоненти молока та пропускати низькомолекулярні сполуки (лактозу, мінеральні речовини тощо). Коли у молоці забезпечується мінімальна за технологією концентрація лактози, у молоко додається фермент лактаза. Крім того безлактозне молоко Valio має на 35% менше вуглеводів, що зменшує калорійність молока приблизно на 20% [24]. На основі розробленого продукту фірма випускає цілу низку молочних продуктів без лактози.

На українському ринку безлактозних та низьколактозних молочних продуктів присутні тільки продукти молочного холдингу «Мілкланд – Україна»: молоко, кисломолочні продукти, масло, сир. Технологічний процес передбачає ферментативний спосіб видалення лактози, теплову обробку до та після ферментації молочної сировини. Що відповідно має свої недоліки описані вище. Безлактозні та низьколактозні молочні десерти, до яких належить морозиво, на ринку не представлені.

### Мета роботи

Метою роботи є розробка технології низьколактозного морозива із застосуванням безлактозного білкового концентрату з маслянки, отриманого мембранними методами та йогуртної основи зі зниженим вмістом лактози і підвищеним вмістом білку.

### Виклад основного матеріалу

Основними інгредієнтами рецептури морозива обрано дві функціональні основи, що отримані в лабораторних умовах: рідкий безлактозний концентрат маслянки (ББКМ) і йогуртна основа (суміш маслянки з сухим безлактозним знежиреним молоком (ЙО) із зниженим вмістом лактози із пре- та пробіотичними властивостями.

Додатковими інгредієнтами рецептури суміші морозива обрано: стабілізатор "Ультра текс" ICE1 - 0023 (ПП "Текстра-Віта", Україна), що має наступний склад: крохмаль модифікований Е 1442, концентрат сироваткових білків, крохмаль модифікований Е 1450, моно- та дігліцериди жирних кислот Е 471, гуарова камідь Е 412, камідь ріжкового дерева Е 410; препарат інуліну (ТМ "Frutafit IQ", виробництва "Sensus", Roosendal, Нідерланди); препарат лактулози ("Fresenius Kabi Company", Італія); лимонна кислота (ТМ "Мрія", Україна); порошок імбиру (ТМ "Еко", Україна).

При проведенні експериментів використані наступні методи досліджень: титрована кислотність – за ГОСТ 3624–92; органолептичні показники – за ДСТУ 3662–97; масова частка сухих речовин – за ДСТУ 8552:2015; активна кислотність – потенціометричним методом – за ДСТУ 8550:2015; масова частка білка – рефрактометричним способом за [25] та формольним титруванням за [25]; масова частка жиру – гравіметричний метод за ДСТУ ISO 7208-2002; масова частка лактози – аналізатор CDR FoodLab; масова частка фосфоліпідів – за ГОСТ 26183-84; масова частка мінеральних речовин – за [25]; в'язкісні характеристики – ротаційний віскозиметр Реотест-2; кріоскопічна температура – кріоскопічний метод за ДСТУ ГОСТ 30562:2003 (ИСО 5764-87) та на вимірювальному комплексі, розробленому науковцями кафедри технології молочних, олійно-жирових продуктів і косметики

ОНАХТ; індекс розчинності – ГОСТ 30305.4-95; розміри кристалів льоду – [26]; розміри повітряних пухирців – [26]; мікробіологічні показники: кількість бактерій групи кишкових паличок – за ДСТУ IDF 73 А; найбільш вірогідне число молочнокислих мікроорганізмів – за ГОСТ 9225–84; кількість біфідобактерій – за ДСТУ 7355:2013.

### Обговорення результатів

Дана робота є продовженням праць авторів [27–30], в яких наведені розроблені технології

отримання функціональної основи – рідкого безлактозного білкового концентрату маслянки (ББКМ), йогуртної основи із зниженим вмістом лактози, що складається із маслянки та сухого безлактозного знежиреного молока (ЙО), обґрунтовані та розроблені рецептури на низьколактозне морозиво з використанням ББКМ та ЙО та натуральних компонентів (пребіотиків – інуліну та лактулози, імбиру, лимонної кислоти). Рецептури наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Рецептури на низьколактозне морозиво

Сировина	Маса сировини, кг	
	Зразок 1	Зразок 2
Рідкий безлактозний білковий концентрат маслянки (ББКМ), отриманий діалізацією (DV=7) УФ ретентату при ФК=4 (Ж=1,6 %; СЗМЗ=13,5 %)	482,1	-
Рідкий безлактозний білковий концентрат маслянки (ББКМ), отриманий діалізацією (DV=7) УФ ретентату при ФК=5 (Ж= 2,0 %; СЗМЗ = 16,94 %)	-	406,5
Інулін (СР=95,8 %)	40	40
Лактулоза (СР=99,2 %)	10	10
Цукор	140,0	130,0
Стабілізатор	2,0	2,5
Імбир (сухий порошок)	3	3
Йогуртна основа (ЙО) (Ж=0,54 %; СЗМЗ=12,34 %)	321,4	406,5
Лимонна кислота	1,5	1,5
Всього	1000	1000

Підготовка та внесення сухих компонентів є важливою операцією при виробництві морозива з рослинними інгредієнтами. До складу низьколактозного морозива входять сухі компоненти: інулін, лактулоза, цукор, імбир, лимонна кислота. Усі сухі компоненти (окрім лимонної кислоти) розчиняли у ББКМ перед пастеризацією, для запобігання в подальшому повторного обсіменіння продукту.

Режим внесення сухих компонентів у суміш

морозива визначався за індексом розчинності. Сухі компоненти просіювали, змішували між собою згідно рецептур та змішували з рідким безлактозним білковим концентратом маслянки (ББКМ) при заданій температурі. Температуру варіювали в межах 30–55 °С з інтервалом 5 °С, витримували 30 хв.

За об'ємом осаду (мл), що не розчинився в пробі, робили висновок про ступінь розчинності компонентів (табл. 2).

Таблиця 2 – Індекс розчинності сухих компонентів

Зразки	Об'єм осаду, мл при температурі:						
	без нагрівання	30	35	40	45	50	55
Зразок 1	1,95	1,82	1,0	0,60	0,45	0,42	0,42
Зразок 2	1,91	1,74	0,80	0,46	0,33	0,30	0,30

Аналізуючи табл. 2 видно, що зі збільшенням температури кількість нерозчиненого осаду зменшується, отже збільшується ступінь розчинності компонентів. При температурі 45–50 °С кількість нерозчиненого осаду становить менше 0,5 %. Збільшення температури вище 50 °С є недоцільним, так як кількість осаду, що не розчинився залишається практично сталим. Отже, температура 45–50 °С

забезпечує максимальний ступінь розчинення компонентів. Динаміка розчинності сухих речовин від часу витримки при заданій температурі (45–50 °С) наведена в табл. 3. ББКМ підігрівали до температури 45–50 °С, вносили сухі компоненти (згідно рецептури табл.1), добре перемішували і витримували при цій температурі різні проміжки часу (10-50 хвилин, з інтервалом 10).

Таблиця 3 – Динаміка розчинності сухих речовин від часу витримки

Зразки	Об'єм осаду, мл при витримці, хв.:				
	10	20	30	40	50
Зразок 1	1,05	0,50	0,42	0,40	0,40
Зразок 2	0,95	0,45	0,33	0,30	0,30

Як видно з табл. 3 із збільшенням тривалості розчинності сухих компонентів збільшується до певного моменту. Обираємо тривалість розчинення 20–40 хв.

Лимонну кислоту вносять у суміш після пастеризації і охолодження суміші морозива до 4–6°C, для запобігання згортання суміші під час пастеризації.

Обґрунтування режимів теплового оброблення суміші морозива є найважливім етапом при розробці технологій, оскільки саме теплове оброблення є визначальним фактором безпечності, якості та придатності продукту до вживання протягом тривалого часу.

Перевірку ефективності режиму пастеризації суміші морозива здійснювали розрахунковим методом за кількістю мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАіФАМ) до та після пастеризації.

Ефективність пастеризації, яка дорівнює 99,98–99,99 % вважається достатньою при умові пригнічення життєдіяльності найбільш термолабільних патогенних мікроорганізмів.

Результати досліджень ефективності режиму пастеризації отриманих зразків суміші морозива наведено в таблиці 4.

Таблиця 4 – Ефективність режиму пастеризації суміші морозива

Температура, °C	Витримка, сек.	Ефективність пастеризації, %	
		зразок 1	зразок 2
76±2	15–20	96,92	97,73
76±2	180	98,61	98,80
80±2	15–20	99,84	99,82
80±2	180	99,95	99,94
85±2	15–20	99,97	99,96
85±2	50–60	99,99	99,98
85±2	180	99,99	99,99

З метою зменшення температурного впливу на термолабільні компоненти суміші морозива доцільно витримку при температурі пастеризації встановити мінімально допустимою. Тому, згідно з отриманими даними (табл. 4) найбільш раціональним режимом пастеризації зразків є: температура 85±2 °C з витримкою 50–60 секунд.

Дослідження в'язкісних характеристик сумішей морозива проводили на ротатійному віскозиметрі Реотест-2.

Визначення залежності ефективної в'язкості досліджених сумішей морозива від градієнту швидкості зсуву наведено на рис. 1. Реологічні дослідження проводили при температурі 20 °C.

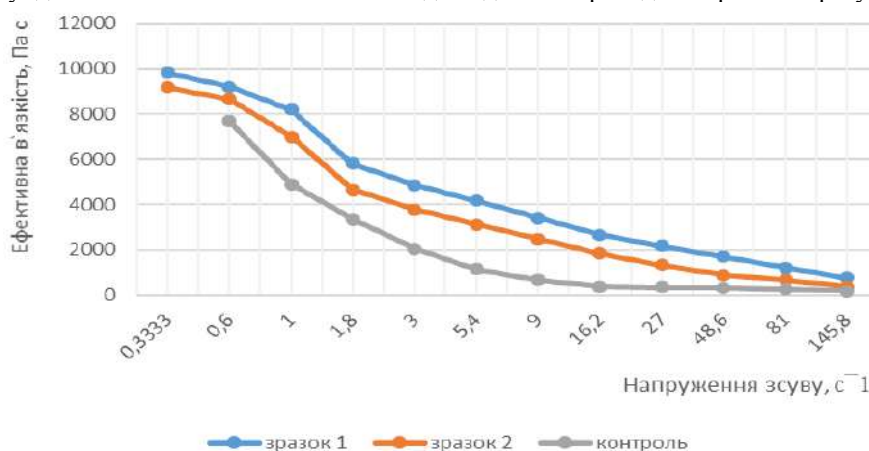


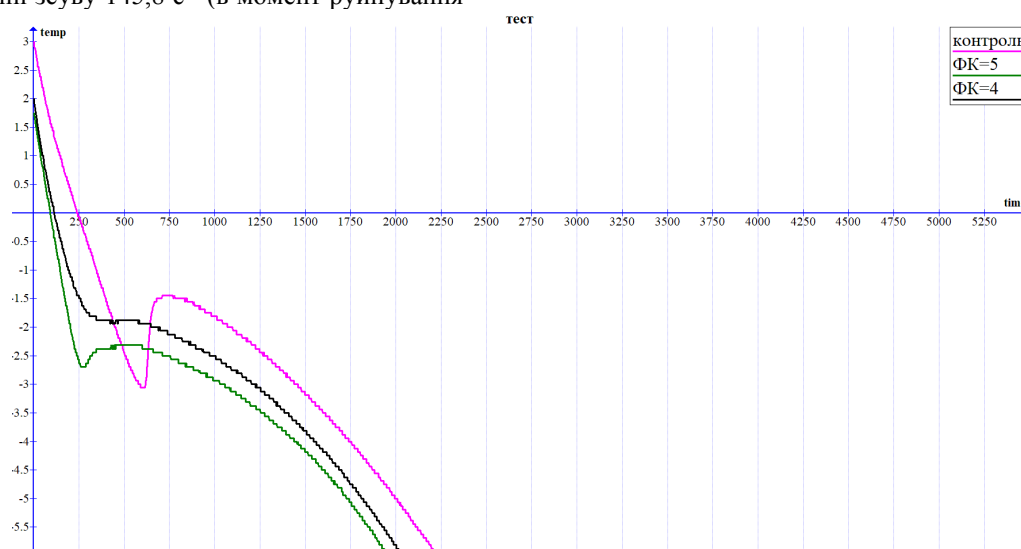
Рис. 1 – Визначення залежності ефективної в'язкості досліджених сумішей морозива від градієнту швидкості зсуву

Аналіз графіків, наведених на рис. 1, показує, що зразки 1 і 2 мають більшу в'язкість і стабільність структури безлактозних сумішей для морозива в порівнянні з контролем (класичне молочне морозиво).

Різке зниження значень ефективної в'язкості спостерігається в області значень напруження зсуву до  $5,5 \text{ с}^{-1}$  (для контролю) і до  $1,8 \text{ с}^{-1}$  (для зразків), після чого темп зниження в'язкості сповільнюється. При напруженні зсуву  $145,8 \text{ с}^{-1}$  (в момент руйнування

структури) ефективна в'язкість сумішей морозива (зразок 1 і зразок 2) вища у чотири та два рази відповідно, у порівнянні із контролем. Що доводить про менші втрати в'язкості зразків (1 і 2) під час механічного впливу і їх більшу механічну стабільність.

Криві заморожування сумішей морозива наведені на рис. 2.



зразок 1 –  $\Phi K=4$ ; зразок 2 –  $\Phi K=5$ ; контрольний зразок – класичне молочне морозиво

Рис. 2 – Криві заморожування сумішей морозива

При охолодженні контрольного зразка суміші (рис. 2) його температура спочатку знижується нижче точки замерзання без процесу кристалізації до температури переохолодження води в суміші морозива (мінус  $3,2^\circ\text{C}$ ), а потім відбувається підвищення температури суміші в результаті кристалізації води до значення початку замерзання (мінус  $1,5^\circ\text{C}$ ). Виділена теплота кристалізації льоду – причина підвищення температури продукту. Далі температура суміші стабільно знижується, тобто відбувається подальше заморожування суміші морозива. При заморожуванні дослідних зразків суміші низьколактозного морозива (криві  $\Phi K=4$ ,  $\Phi K=5$  на рис. 2) характер кривих заморожування такий як і контролю. На кривих можна спостерігати 3 періоди: перший період – зниження температури суміші нижче точки замерзання до температури переохолодження (мінус  $1,8$  і мінус  $2,7^\circ\text{C}$  відповідно) та підвищення температури суміші в результаті кристалізації води до значення початку замерзання (мінус  $1,7$  і  $2,3^\circ\text{C}$  відповідно); другий період – період постійної температури – з однаковою швидкістю виділяється скрита теплота кристалізації при фазовому переході вологи із рідкого агрегатного стану в тверду фазу; третій період – заморожування суміші морозива до необхідної температури. Температура кристалізації контрольного зразка суміші морозива нижча у

$1,1 \dots 1,5$  разів в порівнянні з дослідними зразками, що пов'язано із більшим вмістом вільної вологи. У дослідних зразках вільної вологи менше завдяки інуліну та більшій масовій частці білків ( $7,94\%$  і  $8,79\%$  відповідно у досліджуваних зразках;  $3,74\%$  – у контрольному зразку), які зв'язують вільну вологу.

За результатами досліджень необхідно рекомендувати температуру фризирования мінус  $2,0 \dots$  мінус  $3,0^\circ\text{C}$ .

В табл. 5 наведений середній розмір кристалів льоду у морозиві

Таблиця 5 – Середній розмір кристалів льоду у морозиві

Морозиво	Середній розмір кристалів льоду, мкм
Контроль (класичне молочне морозиво)	43
Зразок 1	34
Зразок 2	29

Як видно з табл. 5, дослідні зразки морозива 1 і 2 мали на  $20,9$ ; і  $32,6\%$  відповідно менші середні розміри кристалів льоду порівняно з відповідним класичним видом молочного морозива. Хоча і контрольний, і дослідні зразки морозива мали

прийнятні розміри кристалів льоду, збільшення їх дисперсності в дослідних зразках має підвищити якісні показники готової продукції та забезпечити більш тривале її зберігання без погіршення органолептичних показників.

Середні розміри повітряних пухирців при фризюванні наведені в табл. 6.

Дослідні зразки виготовлялися на фризюері періодичної дії Vimar vic-1599A.

Таблиця 6 – Середні розміри повітряних пухирців у морозиві при фризюванні

Тривалість фризювання, хв	Середні розміри повітряних пухирців, мкм		
	Контроль (молочне морозиво)	Зразок 1	Зразок 2
3	96	93	89
4	79	70	67
5	73	67	65
6	70	65	63
7	70	65	63

Аналізуючи отримані дані табл. 6, можна відзначити, що із збільшенням часу фризювання суміші морозива середні розміри повітряних пухирців зменшуються. Так, після 3 хв. фризювання середні розміри повітряних пухирців становлять 89–93 мкм для дослідних зразків, що на 3,1–7,3 % менші, ніж 96 мкм для контрольного зразку. Вищий рівень дисперсності повітря в дослідних зразках морозива пояснюється збагаченням сумішей речовинами, які сприяють диспергуванню і стабілізації повітря (білки, стабілізатор, полісахариди), підвищенням вмістом сухих речовин і в'язкістю сумішей, що сприяє кращому диспергуванню повітря.

Після 6 хв. фризювання дисперсність повітряної фази дослідних зразків молочного морозива не змінюється як у дослідних зразках, так і у контрольному зразку морозива.

Динаміка збитості морозива при фризюванні наведена на рис. 3.

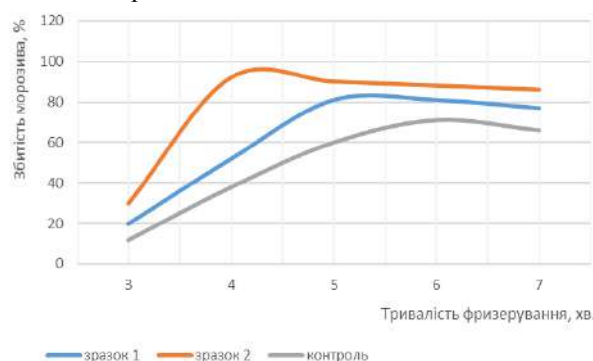


Рис. 3 – Динаміка збитості морозива при фризюванні

При фризюванні збитість зразків морозива зростає (рис. 3). Максимальна збитість становить: для зразка 1 – 81 % на 5 хвилині, зразка 2 – 92 % на 4 хвилині, контролю – 71 % на 6 хвилині. Підвищення часу фризювання призводить до зниження збитості внаслідок суттєвого підвищення в'язкості за зниження температури в процесі фризювання. Більш швидке насичення повітрям дослідних зразків, ніж контрольного пов'язано із більшою кількістю білків.

Після фризювання молочного низьколактозного морозива рекомендовано проводити закаливання до досягнення температури морозива не вище – 18...– 24°C. При такій температурі в молочному морозиві вміст вимороженої води буде не менше 70 %, що забезпечить збереженість його структури.

Загартування морозива проводять при  $t_{\text{пов}} = -30...-40^{\circ}\text{C}$  протягом 30–40 хвилин.

Опір таненню характеризували тривалістю часу, необхідного для накопичування 10 см<sup>3</sup> суміші, отриманої при термостатуванні морозива при  $t=25^{\circ}\text{C}$ .

На рис. 4 наведені результати щодо опору танення морозива.

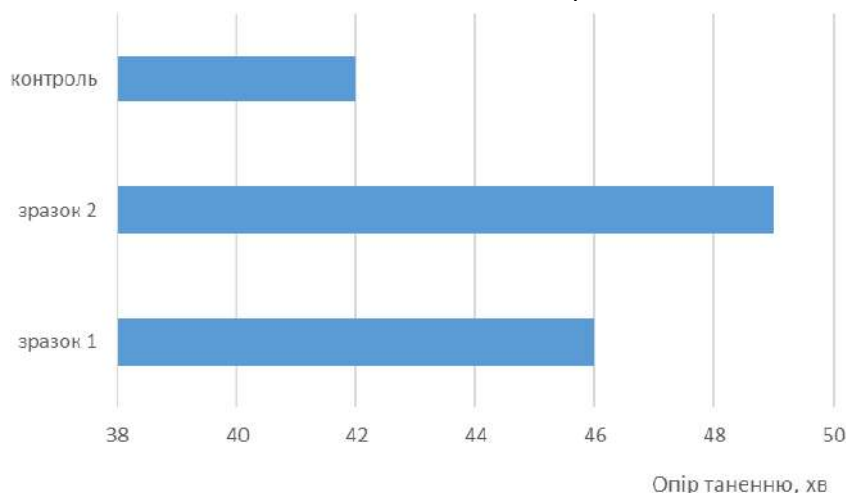


Рис. 4 – Опір танення зразків морозива



Отримані експериментальні дані (рис. 4) вказують на збільшення опору танення дослідних зразків морозива на відміну від класичного молочного морозива, що взято за контроль. Це насамперед пов'язано у формуванні в'язких плівок навколо повітряних пухирців та у зчепленні між собою часточок компонентів суміші. Під час танення морозива тане лід та водночас руйнується пінна

структура. Навіть після повного розплавлення льоду досліджувані зразки утримують об'єм дисперсної повітряної фази до моменту поступового зруйнування стабілізованих в'язкими плівками пухирців повітря.

На основі результатів досліджень була розроблена технологічна схема виробництва низьколактозного морозива (рис. 5).

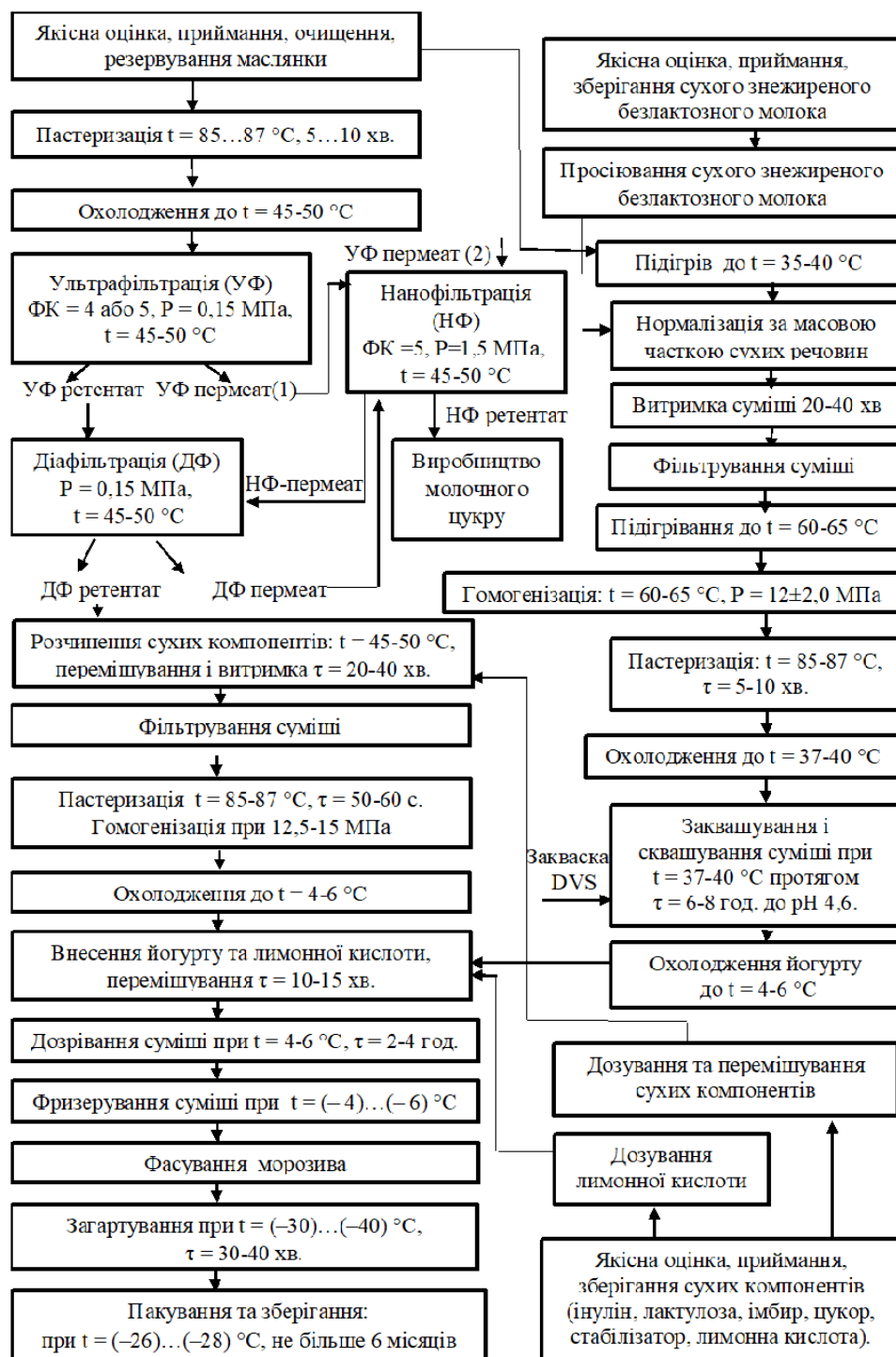


Рис. 5 – Технологічна схема виробництва низьколактозного морозива на основі ББКМ

Маслянку-сировину розділяють на дві частини у співвідношенні 5:1, при цьому першу частину направляють на виробництво рідкого білкового безлактозного концентрату маслянки (вміст лактози 0,01 %), а другу – на виробництво йогурту із зниженим вмістом лактози (вміст лактози 3,0 %).

Для одержання рідкого білкового безлактозного концентрату маслянки маслянку-сировину пастеризують 5...10 хвилин при 85...87 °С. Потім охолоджують до 45...50 °С і проводять ультрафільтрацію при  $P = 0,15$  МПа, з фактором концентрування (ФК) 4 або 5, в результаті якої одержують УФ-ретентат маслянки та УФ-пермеат маслянки. УФ-пермеат піддають нанофільтрації при  $P = 1,5$  МПа з ФК = 5 для одержання безлактозного НФ-пермеату, що містить мінеральні речовини, а отриманий НФ-ретентат направляють на подальшу переробку, наприклад, на виробництво молочного цукру. УФ-ретентат, для очищення від лактози, піддають діафільтраційній обробці НФ-пермеатом при  $P = 0,15$  МПа (діаоб'єм = 7). Отримують ДФ-ретентат (рідкий білковий безлактозний концентрат маслянки), і ДФ-пермеат, який змішують з УФ-пермеатом та направляють на нанофільтрацію. В рідкий білковий безлактозний концентрат маслянки з температурою 45...50 °С додають, згідно рецептури, інουλін та лактулозу, імбир, стабілізатор «Ультра текс» ІСЕ1-0023, цукор ретельно перемішують та витримують 20...40 хвилин. Одержану безлактозну функціональну основу фільтрують, пастеризують 50...60 секунд при 85...87 °С, гомогенізують при температурі, близькій до температури пастеризації, не допускаючи охолодження сумішей, при тиску 12,5...15 МПа після чого охолоджують до 4...6 °С.

Для приготування йогуртної основи маслянку-

сировину підігрівають до 40...45 °С, розчиняють у ній сухе знежирене безлактозне молоко у кількості 5,0 % від її маси, перемішують, витримують 20...40 хвилин та фільтрують. Потім суміш гомогенізують при 60...65 °С та тиску 10...14 МПа, пастеризують при 85...87 °С протягом 5...10 хвилин, охолоджують до температури заквашування 37...40 °С і вносять DVS закваску, до складу якої входять *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* і *Bifidobacterium lactis* у кількості 100 умовних одиниць активності. Суміш сквашують протягом 6...8 годин до рН 4,6, і одержаний йогурт охолоджують до 4...6 °С.

Йогурт та лимонну кислоту додають до безлактозної функціональної основи, перемішують 10...15 хвилин, та направляють на дозрівання. Дозрівання суміші триває 2...4 години при 4...6 °С. Потім суміш фризують при температурі мінус 4...мінус 6 °С, фасують і загартовують морозиво при температурі мінус 30...мінус 40 °С протягом 30...40 хвилин. Готове загартоване морозиво зберігають при температурі мінус 13...мінус 18 °С не більше 6 місяців.

Зразки морозива характеризуються гармонійним, відчутним імбирним, м'яким кисло-солодким смаком, «вершковим» післясмаком. Структура та консистенція однорідна, кремоподібна по всій масі морозива, без відчутних кристалів льоду, цукру, грудочок жиру та стабілізатора, з достатньою густиною та збитістю. Колір світло-кремовий з вкрапленнями імбиру, однорідний по всій масі.

В табл. 7 наведені фізико-хімічні та мікробіологічні показники низьколактозного морозива (зразок 1 та зразок 2) та контролю, за який взято класичне молочне йогуртове морозиво.

Таблиця 7 – Фізико-хімічні та мікробіологічні показники морозива

Показники	Низьколактозне морозиво:		Контроль
	зразок 1	зразок 2	
Фізико-хімічні показники:			
Кислотність, °Т	59	56	60
Масова частка жиру,%	0,95 ± 0,1	1,04 ± 0,1	3,51 ± 0,1
Масова частка цукрози, %	14,0±0,05	13,0±0,05	15,0±0,05
Масова частка лактози, %	0,98 ± 0,06	1,24 ± 0,06	5,67± 0,06
Масова частка білку, %	7,94 ± 0,05	8,79 ± 0,05	3,74 ± 0,05
Збитість, %	81	92	72
Опір таненню, хв	46	49	42
Мікробіологічні показники:			
Найбільш вірогідне число молочнокислих мікроорганізмів, КУО/см <sup>3</sup>	(2,5±0,9)·10 <sup>8</sup>		1,0·10 <sup>7</sup>
Кількість біфідобактерій, КУО/см <sup>3</sup>	(3,0±0,2)·10 <sup>9</sup>		–
Плісняві гриби, КУО/см <sup>3</sup>	Не виявлено		Не виявлено
Дріжджі, КУО/см <sup>3</sup>	Не виявлено		Не виявлено
Бактерії групи кишкових паличок в 0,1 см <sup>3</sup> продукту	Не виявлено		Не виявлено
	Антиоксидантні властивості:		
Антиоксидантна активність, у.о.	330	345	110

За органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками (рис. 7) обидва зразки морозива для людей інтолерантних до лактози повністю відповідають вимогам ДСТУ 4733:2007 «Морозиво молочне, вершкове, пломбір. Загальні технічні умови».

Масова частка цукрози в зразках низьколактозного морозива складає 14,0 і 13,0 % відповідно, що менше в порівнянні з класичним морозивом (15,0 %). Крім того, вміст лактози в зразках низьколактозного морозива значно менший і складає 0,98 % і 1,24 % відповідно в порівнянні з класичним морозивом, яке містить 5,67 % лактози. Висока кількість у досліджуваних зразках низьколактозного морозива лакто- і біфідобактерій свідчить про високу пробіотичну дію.

Таким чином, одержане морозиво є низьколактозним, має антиоксидантні, пре- і пробіотичні властивості.

### Висновки

1. Суміші низьколактозного морозива мають більшу в'язкість і стабільність структури в порівнянні з сумішшю морозива із лактозою. В момент руйнування структури ефективна в'язкість сумішей низьколактозного морозива вища у 2...4 рази.

2. Середні розміри кристалів льоду низьколактозного морозива мали на 20,9...32,6 % нижчі значення у порівнянні з класичним молочним морозивом. Середні розміри повітряних пухирців мали на 7,1...10 % нижчі значення у порівнянні з класичним молочним морозивом. Максимальна збитість зразків становила: для низьколактозного морозива 81 % і 92 %, класичного морозива – 71 %. Опір таненню (46 і 49 хв.) збільшується на 9,5...11,7 % на відміну від класичного молочного морозива (42 хв.).

3. Визначені технологічні режими виробництва низьколактозного морозива, а саме: температура розчинення сухих компонентів 40–45 °С, витримка 20–40 хв.; раціональна температура пастеризації 85–87 °С, витримка 50–60 сек. Рекомендована температура фризрування мінус 2,5...мінус 3 °С.

4. Масова частка цукрози в зразках низьколактозного морозива складає 13...14,0, що менше в порівнянні з класичним морозивом (15,0 %). Вміст лактози в зразках низьколактозного морозива значно менший і складає 0,98 % і 1,24 % в порівнянні з класичним морозивом, яке містить 5,67 % лактози.

5. Висока кількість в низьколактозному морозиві лакто- ( $2,5 \pm 0,9$ )·10<sup>8</sup> і біфідобактерій ( $3,0 \pm 0,2$ )·10<sup>9</sup> свідчить про високу пробіотичну дію.

6. Антиоксидантна активність зразків низьколактозного морозива складає 330...345 у.о., що в 3,0...3,1 рази вища у порівнянні з класичним молочним морозивом.

### Список літератури

1. **Corgneau, M.** Recent advances on lactose intolerance: Tolerance thresholds and currently available answers / **M. Corgneau et al.** // *Critical reviews in food science and nutrition*. – 2017. – Т. 57. – №. 15. – Р. 3344-3356. – doi:10.1080/10408398.2015.1123671
2. **Montalto, M.** Management and treatment of lactose malabsorption / **M. Montalto et al.** // *World journal of gastroenterology: WJG*. – 2006. – Т. 12. – №. 2. – Р. 187. – doi: 10.3748/wjg.v12.i2.187.
3. Проект Закону України від 07.12.2017 «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України (щодо особливостей обігу на території України функціональних харчових продуктів)».
4. **Suchy, F. J.** NIH consensus development conference statement: lactose intolerance and health / **F. J. Suchy et al.** // *NIH consensus and state-of-the-science statements*. – 2010. – Т. 27. – №. 2. – Р. 1-27.
5. **Хавкин, А. И.** Лактазная недостаточность / **А. И. Хавкин, Н. С. Жигарева** // *Гастроэнтерол.* – 2009. – №1. – С. 78-82.
6. **Ипатов, М. Г.** Первичная и вторичная лактазная недостаточность / **М. Г. Ипатов и др.** // *Фарматека*. – 2013. – №. 11. – С. 41-44.
7. **Мисник, В. П.** Непереносимость лактозы. Современные принципы патогенетической терапии / **В. П. Мисник** // *Клиническая практика*. – 2007. – №. 12. – С. 21.
8. **Храмцов, А. Г.** Технология продуктов из вторичного молочного сырья / **А. Г. Храмцов и др.** – 2009. – 424 с.
9. **Вышемирский, Ф. А.** Пахта: минимум калорий-максимум биологической ценности / **Ф. А. Вышемирский, Н. Н. Ожгихина** // *Молочная промышленность*. – 2011. – №. 9. – С. 54-56.
10. Способ производства мороженого безлактозного. Заявка РФ на винахід №2011100604/13, опубл. 20.07.2012 р., бюл. №20.
11. **Макарова, Е. В.** Разработка рецептуры мягкого мороженого с про- и пребиотическими свойствами / **Е. В. Макарова, Л. А. Текутьева, Е. С. Фиценко, О. М. Сон** // *Питание и здоровье*. – 2012. – №10. – С. 54-55.
12. **Срешова, В. Д.** Разработка технологии низьколактозного мороженого: дис... канд. техн. наук: 27.10.11. Ставрополь, 2011. – 152 с.
13. **Кос, Т.** Виробництво низьколактозного морозива, збагаченого натуральним вітамінним комплексом / **Т. Кос и др.** // *Продовольча індустрія АПК*. – 2016. – №. 3. – С. 16-21.
14. **Евдокимов, И. А.** Использование ферментативного гидролиза в технологии низьколактозного мороженого / **И. А. Евдокимов и др.** // *Молочная промышленность*. – 2011. – №. 10. – С. 68-70.
15. **Арсеньева, Т. П.** Низьколактозное сливочное мороженое для диабетиков / **Т. П. Арсеньева и др.** / *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств»*. – 2012. – №. 1. – С. 1-7.
16. **Шарахматова, Т. Є.** Розробка технології безлактозного морозива, збагаченого пробіотичними культурами / **Т. Є. Шарахматова** // *Харчова наука і технологія*. – 2010. – №. 2. – С. 83-87.
17. **Чагаровский, А. П.** Ферментативный гидролиз лактозы препаратами β-галактозидазы – новое направление повышения эффективности производства мороженого и замороженных десертов / **А. П. Чагаровский, А. С. Погосян** // *Світ морозива та холоду*. – 2006. – №5(17). – С. 36-39.

18. **Nivetha, A.** Mini review on role of  $\beta$ -galactosidase in lactose intolerance / **A. Nivetha, V. Mohanasrinivasan** // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – IOP Publishing, 2017. – Т. 263. – №. 2. – 022046. – P.81-87.
19. **Шарахматова, Т. Є.** Розробка технології морозива для людей з лактазною недостатністю / **Т. Є. Шарахматова, О. О. Лозова** // *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. – 2009. – №. 36 (2). – С. 311-315.
20. **Cruz, A. G.** Ice-cream as a probiotic food carrier / **A. G. Cruz et al.** // *Food Research International*. – 2009. – Т. 42. – №. 9. – С. 1233-1239.
21. **Лифляндский, В. Г.** Новейшая энциклопедия здорового питания / **В. Г. Лифляндский**. – 2004. – 384 с.
22. **Ахмедова, В. Р.** Научное обоснование способа получения кисломолочного мороженого с пребиотическими компонентами / **Ахмедова В. Р. и др.** // *Техника и технология пищевых производств*. – 2015. – №. 4(39). – С. 5-13.
23. **Tomer, V.** Development of high protein ice-cream using milk protein concentrate / **V. Tomer, A. Kumar** // *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*. – 2013. – Т. 6. – С. 71-74.
24. **Пеухкури, К.** Данные исследований непереносимости лактозы / **К. Пеухкури, Х. Хапонен** // *Молочные продукты* Valio Zero Lactose. – 2008. – С. 5.
25. **Крусь, Г. Н.** Методы исследования молока и молочных продуктов / **Г. Н. Крусь, А. М. Шалыгина, З. В. Волокитина**. – М.: КолосС, 2002. – 368 с.
26. **Поліщук, Г. Є.** Формування складних дисперсних систем молочного морозива з натуральними компонентами: дис... д-ра. техн. наук, Київ: НУХТ, 2013. – 438 с.
27. **Bondar, S.** Дослідження мембранного процесу видалення лактози з концентрату маслянки / **Bondar S., Trubnikova A., Chabanova O.** // *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. – 2018. – Т. 20. – №. 85. – P. 62-69.
28. **Bondar, S.** Analysis of a new diafiltration method of cleaning buttermilk from lactose with mineral composition preserved / **S. Bondar et al.** // *Харчова наука та технологія*. – 2018. – Т. 12. – №. 1. – P. 90-98.
29. **Трубнікова, А. А.** Біотехнологічні аспекти отримання йогуртної основи для виробництва низьколактозного морозива / **А. А. Трубнікова, Т. Є. Шарахматова, К. О. Мамінтова, О. С. Цупра** // *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: *Нові рішення в сучасних технологіях*. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2018. – № 9 (1285). – С. 243-255. – doi: 10.20998/2413-4295.2018.09.35.
30. **Trubnikova, A.** Grounding and Development of Low-Lactose Biologically Active Milk Ice Cream Formula / **Trubnikova A. et al** // *Path of Science*. – 2018. – Т. 4. – №. 9. – С. 3001-3021. – doi:10.22178/pos.38-7.
31. **Akin, M. B.** Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream / **M. B. Akin, M. S. Akin, Z. Kirmaci** // *Food chemistry*. – 2007. – Т. 104. – №. 1. – P. 93-99.
2. **Montalto, M. et al.** Management and treatment of latstose malabsorption. *World journal of gastroenterology*: WJG, 2006, **12**, 2, 187, doi: 10.3748/wjg.v12.i2.187.
3. Закон України. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо відповідальності за корупційні правопорушення» від 7 квітня 2011 року № 3207-VI.
4. **Suchy, F. J., Brannon, P. M., Carpenter, T. O., Fernandez, J. R., Gilsanz, V., Gould, J. B., & Miller, N. J.** NIH consensus development conference statement: lactose intolerance and health. *NIH consensus and state-of-the-science statements*, 2010, **27**(2), 1-27.
5. **Havkyn, A. Y., Zhygareva, N. S.** Laktaznaja nedostatočnost [Lactase deficiency]. *Hastroenterol*, 2009, **1**, 78-82.
6. **Ipatova, M. H. y dr.** Pervichnaja i vtorichnaja laktaznaja nedostatočnost '[Primary and secondary lactase deficiency]. *Farmateka*, 2013, **11**, 41-44.
7. **Misnik, V. P.** Neperenosimost' laktozy. Sovremennye principy patogeneticheskoj terapii [Lactose intolerance. Modern principles of pathogenetic therapy]. *Klınıčeskaja praktyka*, 2007, **12**, 21.
8. **Hramcov, A. H. y dr.** Tehnologija produktov iz vtorichnogo molochnogo syr'ja [Technology of products from secondary dairy raw materials]. 2009, 424.
9. **Vyshemirskij, F. A., Ozhghina, N. N.** Pahta: minimum kalorij-maksimum biologicheskoj cennosti [Buttermilk: minimum calories maximum of biological value]. *Molochnaja promyshlennost' [Dairy industry]*, 2011, **9**, 54-56.
10. Sposob proizvodstva morozhenogo bezlaktoznogo [Method for the production of lactose-free ice cream]. RF application for vinahid. Zajavka RF na vinahid №2011100604/13, opubl. 20.07.2012 r., bjul. №20.
11. **Makarova, E. V., Tekut'eva, L. A., Ficenko, E. S., Son. O. M.** Razrabotka receptury mjagkogo morozhenogo s pro- i prebiotichesкими svojstvami [Development of soft ice cream recipes with pro- and prebiotic properties]. *Pytanye y zdorov'e*, 2012, **10**, 54-55.
12. **Creshova, V. D.** Razrabotka tehnologii nizkolaktoznogo morozhenogo [Development of low-lactose ice cream technology].: dis.. kand. tehn. nauk: 27.10.11. Stavropol', 2011, 152.
13. **Kos, T. i dr.** Virobnictvo niz'kolaktoznogo moroziva, zbagachenogo natural'nim vitaminim kompleksom [Virobnictvo niz'kolaktoznogo freezers, made with natural vitaminny complex]. *Prodovol'cha industrija APK*, 2016, **3**, 16-21.
14. **Evdokimov, I. A. i dr.** Ispol'zovanie fermentativnogo gidroliza v tehnologii nizkolaktoznogo morozhenogo [Use of enzymatic hydrolysis in the technology of low lactose ice cream]. *Molochnaja promyshlennost'*, 2011, **10**, 68-70.
15. **Arsen'eva, T. P. i dr.** Nizkolaktoznoe slivochnoe morozhenoe dlja diabetikov [Low lactose ice cream for diabetics]. *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Serija «Processy i apparaty pishhevyh proizvodstv»*, 2012, **1**, 1-7.
16. **Sharahmatova, T. Je.** Rozrobka tehnologii' bezlaktoznogo morozyva, zbagachenogo probiotychnymy kul'turamy [Development of technology of lactose ice-cream, enriched with probiotic cultures]. *Harchova nauka i tehnologija*, 2010, **2**, 83-87.
17. **Chagarovskij, A. P., Pogosjan, A. S.** Fermentativnyj gidroliz laktozy preparatamy  $\beta$ -galaktozydazy – novoe napravlenye povыshenija effektivnosti proyzvodstva morozhenogo y zamorozhennyh desertov, [Enzymatic hydrolysis of lactose with  $\beta$ -galactosidase preparations - a new direction in increasing the efficiency of production of

#### References (transliterated)

- ice cream and frozen desserts]. *Svit morozyva ta cholodu*. 2006, **5** (17), 36-39.
18. **Nivetha, A., Mohanasrinivasan, V.** Mini review on role of  $\beta$ -galactosidase in lactose intolerance. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2017, **263**, **2**, 81-87.
  19. **Sharahmatova, T. Je., Lozova, O. O.** Rozrobka tehnologii morozyva dlja ljudej z laktaznoju ne-dostatnistju [Creation of ice cream technology for people with lactase deficiency]. *Naukovi praci Odes'koi' nacional'noi' akademii' harchovyh tehnologij*, 2009, **36** (2), 311-315.
  20. **Cruz, A. G. et al.** Ice-cream as a probiotic food carrier. *Food Research International*, 2009, **42**, **9**, 1233-1239.
  21. **Lifljandskij, V. G.** Novejšaja jenciklopedija zdorovogo pitania [The newest encyclopedia of healthy nutrition], 2004, 384.
  22. **Ahmedova, V. R., i dr.** Nauchnoe obosnovanie sposoba poluchenija kislomolochnogo morozhenogo s prebioticheskimi komponentami [Scientific substantiation of the method of obtaining dairy ice cream with prebiotic components]. *Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv*, 2015, **4** (39), 5-13.
  23. **Tomar, V., Kumar, A.** Development of high protein ice-cream using milk protein concentrate. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*, 2013, **6**, 71-74.
  24. **Peuhkuri, K., Haponen, H.** Danyie issledovanij neperenosimosti laktozy [Evidence from lactose intolerance studies]. *Molochnye produkty Valio Zero Lactose*, 2008, **5**.
  25. **Krus', G. N., Shalygina, A. M., Volokitina, Z. V.** Metody issledovanija moloka i molochnyh produktov. [Methods for the study of milk and dairy products]. M., 2002, 367.
  26. **Polishchuk, G. Je.** Formuvannja skladnyh dyspersnyh system molochnogo morozyva z natural'nymi komponentamy [Formation of complex disperse systems of milk ice cream with natural components] : *dys. d-ra. tehn. nauk*, Kyi'v, 2013, 438.
  27. **Bondar, S., Trubnikova, A., Chabanova, O.** Doslidzhennja membrannogo procesu vydalennja laktozy z koncentratu masljanky [Investigation of the membrane process of removal of lactose from a concentrate of a lubricant]. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 2018, **20**, **85**, 62-69.
  28. **Bondar, S. et al.** Analysis of a new diafiltration method of cleaning buttermilk from lactose with mineral composition preserved. *Harchova nauka ta tehnologija*, 2018, **12**, **1**, 90-98.
  29. **Trubnikova, A.A., Sharahmatova, T.Je., Mamintova, K.O., Cupra, O.S.** Biotechnologichni aspekty otrymannja jogurtnoi' osnovy dlja vyrobnyctva nyz'kolaktoznogo morozyva [Biotechnological aspects of obtaining a yoghurt base for the production of low-lactose ice cream]. *Visnyk NTU «HPI», Serija: Novi rishennja v suchasnyh tehnologijah*, Harkiv, NTU «KhPI», 2018, **9** (1285), 243-255, doi: 10.20998/2413-4295.2018.09.35.
  30. **Trubnikova, A., Chabanova, O., Sharahmatova, T., Bondar, S., Vikul, S.** Grounding and Development of Low-Lactose Biologically Active Milk Ice Cream Formula. *Path of Science: International Electronic Scientific. Traektoriâ Nauki Path of Science*, 2018, **4**, **9**, 3001-3021, doi:10.22178/pos.38-7.
  31. **Akin, M. B., Akin, M. S., Kirmatsi Z.** Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. *Food chemistry*, 2007, **104**, **1**, 93-99.

## Відомості про авторів (About authors)

**Трубнікова Анастасія Анатоліївна** – кафедра технології молочних, олійно-жирових продуктів і косметики, Одеська національна академія харчових технологій, аспірант, м. Одеса, Україна; ORCID: 0000-0001-6971-136X; e-mail: sc228004@ukr.net.

**Anastasia Trubnikova** – milk, oil and fat products and cosmetics Department, Odessa national Academy of food technologies, postgraduate student, Odessa, Ukraine; ORCID: 0000-0001-6971-136X; e-mail: sc228004@ukr.net.

**Чабанова Оксана Борисівна** – кандидат технічних наук, Одеська національна академія харчових технологій, доцент кафедри технології молочних, олійно-жирових продуктів і косметики, м. Одеса, Україна; ORCID: 0000-0002-1455-2987; e-mail: oksana\_chabanova17@ukr.net

**Oksana Chabanova** – Candidate of Technical Sciences, Odessa national Academy of food technologies, associate professor of milk, oil and fat products and cosmetics Department, Odessa, Ukraine, ORCID: 0000-0002-1455-2987; e-mail: oksana\_chabanova17@ukr.net.

**Шарахматова Тетяна Євгенівна** – кандидат технічних наук, Одеська національна академія харчових технологій, доцент кафедри технології молочних, олійно-жирових продуктів і косметики, м. Одеса, Україна; ORCID: 0000-0001-6080-6995; e-mail: sharahmatova@ukr.net.

**Tetyana Sharakhmatova** – PhD, Odessa national Academy of food technologies, associate professor of milk, oil and fat products and cosmetics department, Odessa, Ukraine; ORCID: 0000-0001-6080-6995; e-mail: sharahmatova@ukr.net.

**Бондар Сергій Миколайович** – кандидат технічних наук, Одеська національна академія харчових технологій, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій, м. Одеса, Україна; ORCID: 0000-0002-7908-2074; e-mail: sn\_bondar@list.ru.

**Sergey Bondar** – Candidate of Technical Sciences, Odessa national Academy of food technologies, associate professor of ecology and environmental technologies department, Odessa, Ukraine; ORCID: 0000-0002-7908-2074; e-mail: sn\_bondar@list.ru.

**Савчак Єлизавета Миколаївна** – студент кафедри технології м'яса, риби та морепродуктів, Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, Україна; e-mail: mamintovak@gmail.com.

**Yelyzaveta Savchak** – student of the department of technology of meat, fish and seafood, Odessa national Academy of food technologies, Odessa, Ukraine; e-mail: mamintovak@gmail.com.

Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:

**Трубінікова, А. А.** Розробка технології низколактозного морозива на основі безлактозного концентрату маслянки / **А. А. Трубінікова, О. Б. Чабанова, Т. Є. Шарахматова, С. М. Бондар, Є. М. Савчак** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ». – 2018. – № 45 (1321). – С. 214-227. – doi:10.20998/2413-4295.2018.45.30.

Please cite this article as:

**Trubnikova, A., Chabanova, O., Sharakhmatova, T., Bondar, S., Savchak, Y.** Development of technology of low-lactose ice cream on the basis of non-lactone concentrate of oils. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2018, **45** (1321), 214–227, doi:10.20998/2413-4295.2018.45.30.

Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:

**Трубінікова, А. А.** Разработка технологии низколактозного мороженого на основе безлактозного концентрата пахты / **А. А. Трубінікова, О. Б. Чабанова, Т. Е. Шарахматова, С. Н. Бондарь, Е. Н. Савчак** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2018. – № 45 (1321). – С. 214-227. – doi:10.20998/2413-4295.2018.45.30.

**АННОТАЦІЯ** Проблема удаления лактозы из молочных продуктов является актуальной из-за лактозной непереносимости некоторых слоев населения. На рынке молочной продукции наиболее динамично развивающихся групп продуктов из вторичного молочного сырья – напитки и десерты специального назначения. К данной группе относятся низколактозные и безлактозные молочные продукты, которые могут обеспечить полноценное питание людям с лактазной недостаточностью. К десертам относятся и мороженое – любимый и популярный всеми слоями населения продукт. На основании экспериментальных и теоретических исследований доказана возможность использования, как функциональных основ для низколактозного мороженого – пре- и пробиотического йогурта с пониженным содержанием лактозы (смесь пахты и сухого безлактозного обезжиренного молока, для производства йогуртной основы использовали сухую бактериальную закваску «Йогурт» (VIVO), в состав которой входят культуры: *Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* + *Lactobacillus acidophilus* + *Bifidobacterium lactis*) и безлактозной диаконцентрат пахты, полученный мембранным способом (ультрафльтрация пахты и диафильтрация УФ-ретентата пахты; в качестве растворителя использовали НФ-пермеат УФ-пермеата пахты). Приведенная технология низколактозные молочного мороженого с про-, пребиотическими и антиоксидантными свойствами для людей intolerантных к лактозе. Исследованы вязкостные характеристики смесей низколактозного мороженого и определены температуры кристаллизации смесей низколактозного мороженого. Определены технологические режимы производства низколактозного мороженого. Исследованы органолептические, физико-химические, микробиологические показатели низколактозного мороженого и установлено их соответствие действующим нормативно-техническим документам. Содержание лактозы в образцах низколактозного мороженого значительно меньше и составляет 0,98% и 1,24% по сравнению с классическим мороженым, которое содержит 5,67% лактозы. Высокое количество в низколактожном мороженом лакто- ( $2,5 \pm 0,9$ ) · 10<sup>8</sup> и бифидобактерий ( $3,0 \pm 0,2$ ) · 10<sup>9</sup> свидетельствует о высоком пробиотическом действии. Антиоксидантная активность образцов низколактозного мороженого составляет 330 ... 345 у.е., что в 3,0 ... 3,1 раза выше по сравнению с классическим молочным мороженым.

**Ключевые слова:** низколактозное мороженое; эффективная вязкость; криоскопическая температура; качественные показатели; технология; структурно-механические показатели мороженого.

Поступила (received) 30.11.2018